牛磺酸对种公猪精液品质、血清激素含量及精浆抗氧化能力的影响

李方方[1] 蒋超群[1] 朱宇旌[1] 郑丽莉[1] 高 原[2] 孟 玲[2] 郭福来[2] 丁 兰[3] 张 勇[1*]

（1.沈阳农业大学畜牧兽医学院，沈阳 110866；2.辽宁德宝农牧集团有限公司，沈阳 110171；3.沈阳福康农牧科技有限公司，沈阳 110164）

摘 要：本试验旨在研究牛磺酸（Tau）对种公猪性欲、精液品质、血清激素含量及精浆抗氧化能力的影响。选用 24 头年龄、体重相近的健康成年大约克夏种公猪，随机分为 4 个组，每组 6 个重复，每个重复 1 头猪。各组分别饲喂牛磺酸添加水平为 0（对照组）、2、4、6 g/kg 的饲粮，试验期 90 d，分为 1~45 d 和 46~90 d 2 个阶段。结果表明：1）试验 46～90 d 时，添加 6 g/kg 牛磺酸显著提高了种公猪的性欲（P<0.05）、采精量（P<0.01）、精子活力（P<0.05），4 g/kg 牛磺酸改善了精子密度和精子畸形率（P<0.05）；2）与对照组相比，6 g/kg 牛磺酸水平组极显著提高了种公猪血清促黄体素（LH）含量（P<0.01），显著提高了睾酮（T）含量（P<0.05）；3）试验 46～90 d 时，6 g/kg 牛磺酸显著降低了种公猪精浆丙二醛（MDA）含量（P<0.05），显著提高了超氧化物歧化酶（SOD）活力（P<0.05），4 g/kg 牛磺酸显著提高了谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）活力（P<0.05）。由此可见，饲粮中长期添加牛磺酸可以调控种公猪血清激素含量，增加精浆抗氧化能力，进而增强种公猪性欲，提高种公猪精液品质，本试验条件下牛磺酸适宜添加水平为 6 g/kg。

关键词：牛磺酸；种公猪；精液品质；血清激素；精浆抗氧化能力

随着人工授精技术在集约化养猪生产中的广泛应用，种公猪的精液品质越来越直接地影响着猪场的发展效益，氧化应激（oxidative stress,OS）被认为是精液品质降低的重要诱发因素，因此，研究精液抗氧化能力对种公猪繁殖性能的影响十分重要[1-3]。牛磺酸（$H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}SO_3H$）（taurine,Tau）作为一种含硫 β-氨基酸，以游离形式广泛存在于机体内，具有调控生殖功能、提高免疫力和抗氧化能力等多种生物功能[4-6]。研究表明，适量牛磺酸能提高公鸡性成熟前的睾丸相对重量，促进睾酮（testosterone,T）分泌，促使生殖细胞

收稿日期：2015-10-30
基金项目：国家自然科学基金（31440082，31101253）

作者简介：李方方（1982—），女，辽宁阜新人，讲师，博士，主要从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: lffsyau@sina.com
*通信作者：张 勇，教授，硕士生导师，E-mail: syndzhy@126.com

发育，提早形成精子细胞[7]。牛磺酸可阻止大鼠亚砷酸钠诱导的氧化应激，提高大鼠睾丸组织的抗氧化能力，抑制生精细胞的凋亡[8]。牛磺酸还可提高多种哺乳动物的精液体外保存效果[9-11]。但目前尚无有关牛磺酸对公畜尤其是对种公猪繁殖性能影响的研究报道。本试验旨在研究饲粮中添加不同水平的牛磺酸对种公猪性欲、精液品质、血清激素含量及精浆抗氧化能力的影响，并确定其适宜添加水平，为牛磺酸在种公猪生产上的应用提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料与试验设计

试验所用的牛磺酸由潜江永安药业股份有限公司提供，其分子式为 $C_2H_7NO_3S$，相对分子质量为 125.15，呈白色晶体粉末，无臭，纯度为 98%。

试验选用 24 头(360±15)日龄、体重为（180±10） kg 的健康新美系大约克夏种公猪（选自辽宁德宝农牧集团艾德蒙种猪繁育场），随机分为 4 组，每组 6 个重复，每个重复 1 头猪。各组分别饲喂牛磺酸添加水平为 0（对照组）、2、4、6 g/kg 的饲粮，除牛磺酸外，其他养分含量一致，基础饲粮组成及营养水平见表 1。试验种公猪限制饲喂，每天饲喂饲粮 2.5 kg，于 09:00 和 15:00 分 2 次饲喂，自由饮水，正常消毒免疫，其他按照种公猪的日常管理要求进行饲养，观察种公猪每天的采食情况和健康情况。预试期 10 d，正试期 90 d，分为 1~45 d 和 46~90 d 2 个阶段。

表1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	含量 Contents
原料 Ingredients	
玉米 Corn	62.00
小麦麸 Wheat bran	9.00
豆粕 Soybean meal	19.00
鱼粉 Fish meal	4.00
脂肪粉 Fat powder	4.00
预混料 Premix[1)]	2.00
合计 Total	100.00

营养水平 Nutrient levels[2)]	
消化能 DE/(MJ/kg)	13.55
粗蛋白质 CP	17.65
赖氨酸 Lys	0.85
蛋氨酸 Met	0.40
L-精氨酸 *L*-Arg	0.10
钙 Ca	0.80
磷 P	0.60
粗纤维 CF	2.50

1)预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets：VD_3 510 000 IU，VA 300 000 IU，烟酸 nicotinic acid 1 108 mg，泛酸 pantothenic acid 532 mg，VE 740 IU，VB_2 168 mg，VK_3 75 mg，VB_1 30 mg，VB_6 30 mg，叶酸 folic acid 19 mg，生物素 biotin 3.3 mg，胆碱 choline 9.0 g，Zn 4.0 g，Cu 2.0 g，Fe 1.0 g，Mn 1.0 g，Co 30 mg，Se 8.0 mg。

2) 粗蛋白质为实测值，其余为计算值。CP was a measured value, while the others were calculated values.

1.2 测定指标及方法

1.2.1 种公猪性欲

试验种公猪严格按照徒手采精法采精，每 3 d 采精 1 次，参照 Ren 等[12]以及 Estienne 等[13]的方法，用秒表记录种公猪射精反应时间和射精持续时间。

1.2.2 精液品质

观察鉴定试验种公猪精液的颜色、气味，依据世界卫生组织提供的标准方法测定采精量、精子密度、精子活力、精子畸形率[14]。

1.2.3 血清激素含量

试验种公猪在试验第 90 天 08:00 空腹进行耳缘静脉采血约 5 mL，3 000 r/min 离心 15 min，取上清液，-20 ℃保存待测。测定促卵泡素（follicle stimulating hormone,FSH）、促黄体素（luteinizing hormone,LH）和 T 含量，测定方法为电化学发光免疫法，测定仪器为 r-911 全自动放免计数仪（北京华英生物技术研究所）。

1.2.4 精浆抗氧化能力

分别在试验 1～45 d 和 46～90 d 的最后 1 次采精过程中，保留 10 mL 精样于玻璃离心管中，经静置沉淀后，取上层精浆 2 mL，-15 ℃下保存待测。采用比色法测定精浆中总抗氧化能力（total antioxidant capacity,T-AOC），采用硫代巴比妥酸（thiobarbituric acid,TBA）法测定丙二醛（malondialdehyde,MDA）含量，采用黄嘌呤氧化物酶测定法测定超氧化物歧化酶（superoxide dismutase,SOD）活力，采用比色法测定谷胱甘肽过氧化物酶（glutathione peroxidase,GSH-Px）活力，试剂盒均由北京华英生物技术研究所提供。

1.3 数据处理

试验数据采用统计软件 SPSS 21.0 中的单因素方差分析（one-way ANOVA）和 Duncan 氏平均值多重比较法进行差异显著性分析，所有数据均以“平均值±标准差”表示，$P<0.05$ 为差异显著，$P<0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 饲粮中添加牛磺酸对种公猪性欲的影响

由表 2 可以看出，试验 1～45 d 时饲粮中添加牛磺酸对种公猪性欲的影响差异不显著（$P>0.05$）；试验 46～90 d 时 6 g/kg 牛磺酸水平组的种公猪射精反应时间显著低于对照组和 2 g/kg 牛磺酸水平组（$P<0.05$），其射精持续时间显著高于对照组和 2 g/kg 牛磺酸水平组（$P<0.05$），表明试验 46～90 d 时添加 6 g/kg 牛磺酸可以显著提高种公猪的性欲（$P<0.05$）。

表 2 饲粮中添加牛磺酸对种公猪性欲的影响

Table 2 Effect of dietary Tau addition on libido of breeding boars

项目 Items	时间 Time/d	牛磺酸水平 Tau level/(g/kg) 0	2	4	6	P 值 P-value
射精反应时间	1～45	80.46±34.09	81.88±11.97	67.15±25.81	74.09±27.53	0.526
Reaction time of ejaculation/s	46～90	66.17±38.36[a]	62.04±38.05[a]	50.96±19.00[ab]	39.09±17.52[b]	0.024
射精持续时间	1～45	368.13±35.73	377.62±58.74	403.78±74.14	398.65±48.10	0.461
Ejaculation time/s	46～90	379.17±35.16[a]	382.32±33.80[a]	411.44±65.77[ab]	437.30±57.93[b]	0.048

同行数据肩标相同字母或无字母表示差异不显著（$P>0.05$），相邻字母表示差异显著（$P<0.05$），相间字母表示差异极显著（$P<0.01$）。下表同。

In the same row, values with the same letter or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05), while with adjacent letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05)，and with alternate letter superscripts mean extremely significant difference (*P*<0.01). The same as below.

2.2　饲粮中添加牛磺酸对种公猪精液常规参数的影响

由表 3 可以看出，试验 1～45 d 时 6 g/kg 牛磺酸水平组的采精量显著高于对照组（*P*<0.05），精子密度、精子活力和精子畸形率与对照组差异不显著（*P*>0.05）；试验 46～90 d 时 6 g/kg 牛磺酸水平组的种公猪采精量极显著高于对照组（*P*<0.01），4 g/kg 牛磺酸水平组的种公猪精子密度显著高于对照组（*P*<0.05），6 g/kg 牛磺酸水平组的种公猪精子活力显著高于对照组（*P*<0.05），添加 4 g/kg 牛磺酸种公猪精子畸形率降低了 6.30%，添加 6 g/kg 牛磺酸则降低了 5.95%，4、6 g/kg 牛磺酸水平组对种公猪精子畸形率的改善效果显著（*P*<0.05）。

表 3　饲粮中添加牛磺酸对种公猪精液常规参数的影响

Table 3　Effect of dietary Tau addition on semen general parameter of breeding boars

项目 Items	时间 Time/d	牛磺酸水平 Tau level/(g/kg) 0	2	4	6	*P* 值 *P*-value
采精量 Semen volume/mL	1～45	218.58±32.00^{a}	236.12±47.82^{ab}	225.50±57.54^{ab}	250.65±48.70^{b}	0.012
	46～90	206.24±43.53^{a}	234.06±70.66^{ab}	234.39±50.39^{ab}	280.52±103.24^{c}	0.001
精子密度 Sperm density/(×10^{8}/mL)	1～45	4.48±0.94	4.34±0.49	4.84±1.25	4.53±0.54	0.127
	46～90	4.55±0.67^{a}	4.97±0.58^{ab}	5.10±0.82^{b}	4.92±0.85^{ab}	0.035
精子活力 Sperm motility/%	1～45	81.42±3.12	81.43±2.80	82.41±3.50	82.61±2.97	0.438
	46～90	81.30±2.70^{a}	81.52±2.79^{ab}	82.80±2.92^{ab}	82.97±3.56^{b}	0.012
精子畸形率 Percentage of abnormal sperm/%	1～45	5.76±0.83	5.61±0.53	5.63±0.69	5.72±0.60	0.842
	46～90	5.71±0.45^{a}	5.52±0.38^{ab}	5.35±0.34^{b}	5.37±0.24^{b}	0.037

2.3　饲粮中添加牛磺酸对种公猪血清生殖激素含量的影响

由表 4 可以看出，饲粮中添加牛磺酸对种公猪血清 FSH 含量影响不显著（*P*>0.05），4、6 g/kg 牛磺酸水平组的血清 LH 含量分别比对照组显著或极显著提高了 26%（*P*<0.05）和 34%

（*P*<0.01），6 g/kg 牛磺酸水平组血清 T 含量比对照组显著提高了 22%（*P*<0.05）。

表 4 饲粮中添加牛磺酸对种公猪血清激素含量的影响

Table4 Effect of dietary Tau addition on serum hormone content of breeding boars

项目 Items	牛磺酸水平 Tau level/(g/kg)				*P* 值
	0	2	4	6	*P*-value
促卵泡素 FSH/(mIU/mL)	5.62±0.35	5.57±0. 70	5.87±0.95	5.89±1.00	0.280
促黄体素 LH/(mIU/mL)	4.75±1.29^{c}	5.58±0.71^{abc}	5.99±0.67^{ab}	6.37±0.67^{a}	0.004
睾酮 T/(ng/mL)	1.57±0.14^{b}	1.63±0.41^{ab}	1.66±0.38^{ab}	1.92±0.21^{a}	0.045

2.4 饲粮中添加牛磺酸对种公猪精浆抗氧化能力的影响

由表 5 可以看出，试验 1～45 d 时各牛磺酸水平组的种公猪精浆 T-AOC，MDA 含量和 SOD、GSH-Px 活力与对照组比均无显著差异（*P*>0.05）；试验 46～90 d 时，6 g/kg 牛磺酸水平组的 MDA 含量显著低于对照组（*P*<0.05），SOD 的活力显著高于对照组和 2 g/kg 牛磺酸水平组（*P*<0.05），4 g/kg 牛磺酸水平组的 GSH-Px 活力较对照组显著提高（*P*<0.05）。

表 5 饲粮中添加牛磺酸对种公猪精浆抗氧化能力的影响 Antioxidant capacity

Table 5 Effect of dietary Tau addition on seminal plasma antioxidant capability of breeding boars

项目 Items	时间 Time/d	牛磺酸水平 Tau level/(g/kg)				*P* 值
		0	2	4	6	*P*-value
总抗氧化能力	1～45	1.15±0.13	1.09±0.15	1.18±0.26	1.31±0.32	0.626
T-AOC/(U/mL)	46～90	1.21±0.17	1.23±0.18	1.24±0.44	1.48±0.16	0.291
丙二醛	1～45	1.08±0.16	1.12±0.12	1.06±0.08	1.00±0.16	0.342
MDA/(nmol/mL)	46～90	1.19±0.26^{a}	1.03±0.17^{ab}	0.97±0.15^{ab}	0.89±0.10^{b}	0.013
超氧化物歧化酶	1～45	27.26±0.45	27.15±4.32	29.28±3.69	30.28±1.29	0.452
SOD/(U/mL)	46～90	28.04±4.94^{b}	27.17±6.69^{b}	31.19±3.25^{ab}	34.67±0.97^{a}	0.019
谷胱甘肽过氧化物	1～45	373.46±38.97	403.68±52.24	420.16±29.86	418.25±32.46	0.665
酶 GSH-Px/(U/mL)	46～90	375.23±34.58^{b}	408.56±42.72^{ab}	435.18±45.63^{a}	418.25±32.46^{ab}	0.024

3 讨 论

3.1 牛磺酸对种公猪血清激素的调控及对性欲和精液品质的作用

雄性动物精子的生成受到下丘脑-垂体-睾丸轴的直接调控，促性腺激素释放激素由下丘脑分泌后经过垂体门脉系统到达腺垂体，促进 FSH 和 LH 的分泌。Wells 等[15]研究表明 LH 可以促进新生仔猪睾丸间质细胞合成 T，T 对精子的生成有促进作用，是维持雄性性欲和性功能的主要调节因子。FSH 作用于睾丸曲精细管生殖上皮，控制支持细胞，调控精子的发生和成熟。Franca 等[16]报道 FSH 作为主要的细胞丝裂素，其循环含量影响着种公猪睾丸细胞增殖。Estienne 等[13,17]证明 LH 和 T 的含量与种公猪的性欲呈正相关，但与采精量无关，而 Bilskis 等[18]则认为 T 的含量与种公猪的性欲和采精量呈正相关，与精子畸形率呈负相关。牛磺酸是精子细胞中的主要游离氨基酸，精子细胞可以从半胱氨酸脱酸酶途经获得牛磺酸或者次牛磺酸，也可以通过 β-氨基酸转运体系从腔液中转运获得。Yang 等[19]和张柳平等[20]曾分别证明适量的牛磺酸对成年大鼠和初生小鼠的睾丸间质细胞 T 的分泌有促进作用，Yang 等[21]的研究证实牛磺酸可以提高老年大鼠的性欲和性能力。

本试验首次证明 6 g/kg 牛磺酸可以提高种公猪血清 LH 和 T 的含量，并对种公猪 46～90 d 时的性欲和精液品质有显著的改善作用，其中牛磺酸对种公猪血清 LH 和 T 含量的显著提高作用与 Yang 等[22]对雄性大鼠的研究结果一致，但牛磺酸对种公猪精液品质的改善作用与 Yang 等[22]对成年大鼠的研究结果有所不同，这可能与试验动物和试验方法不同有关。除通过调节血清 T 的含量来影响种公猪性欲外，牛磺酸还可能通过调节与前列腺素 $F_{2\alpha}$ 分泌密切相关的 FSH 和 LH 来影响种公猪的性行为[13]，进而影响种公猪的精液质量。血清 FSH、LH 和 T 的含量与种公猪性欲和精液品质的关系与严迪华等[23]的研究结果相近，试验 45~90 d 时适量的牛磺酸对种公猪精液品质的改善作用显著，符合精子的发生规律，但牛磺酸对种公猪血清生殖激素的作用机理仍有待于进一步研究。

3.2 牛磺酸提高种公猪精浆抗氧化能力对种公猪性欲和精液品质的影响

OS 被认为是降低精液质量的主要因素，精子膜含有高含量的不饱和脂肪酸，精子尾部含有丰富的线粒体，极易受活性氧自由基（reactive oxygen species,ROS）的攻击，造成精子膜的流动性损伤，ROS 可以破坏精子线粒体并抑制与精子运动有关的酶的活性，从而影响精子活力，ROS 也可以破坏 DNA 碱基和脱氧核糖骨架，引起碱基修饰、DNA 链断裂以及染色质交联，加速精子凋亡[24-25]。T-AOC 反映了机体抗氧化系统对外来刺激的代偿能力以

及机体自由基代谢状态，是评估机体防御体系抗氧化能力的重要依据。MDA 是 ROS 与多不饱和脂肪酸发生脂质过氧化反应的主要代谢产物，可以破坏精子膜的通透性和完整性，影响精子运动与顶体反应，其含量的高低间接反映了机体细胞受 ROS 攻击的严重程度。SOD 是体内最主要的抗氧化酶，GSH-Px 是一种含硒的抗氧化酶，SOD、GSH-Px 可以减轻精子膜的氧化损伤，从而提高精液的质量，二者对维持自由基代谢平衡起重要作用，其活力的高低间接反映机体清除 ROS 的能力。

本试验通过测定种公猪精浆 T-AOC，MDA 含量和 SOD、GSH-Px 活力来评定牛磺酸对种公猪精浆抗氧化能力的影响，进而分析牛磺酸对种公猪性欲和精液品质的作用效果。在此之前，已有体外或活体试验表明牛磺酸可以减缓动物肝脏、肾脏及心肌细胞的氧化应激和毒性损伤，抑制细胞凋亡。Das 等[8]和 Aly 等[26]证明牛磺酸可以阻止大鼠亚砷酸钠和硫丹造成的睾丸质量、精子产量和精子活力的降低，牛磺酸可以提高睾丸组织的抗氧化能力，对 OS 造成的 SOD、GSH-Px 活力降低有改善作用。本试验结果表明，46～90 d 时 6 g/kg 牛磺酸可以显著提高种公猪精浆 SOD 活力，提高 GSH-Px 活力，显著降低 MDA 含量，总体上提高了精浆的抗氧化能力，并对提高种公猪性欲和改善精液品质有显著作用，结合已有的牛磺酸对大鼠等其他动物抗氧化能力及精液品质的研究[26-27]，可以认为牛磺酸对种公猪精浆抗氧化能力的作用机理与已知的研究存在紧密联系。牛磺酸添加组精浆 T-AOC 与对照组差异不显著，但有随牛磺酸添加剂量的增加而增加的趋势，这与杨建成等[28]对不同年龄大鼠的研究结论相似，但也可能与试验抗氧化能力指标测定不全面有关。试验首次证实了牛磺酸对种公猪体内 OS 的缓解作用，结果与牛磺酸抗氧化能力与剂量呈依赖关系的报道基本一致。

4 结 论

① 种公猪饲粮中长期添加牛磺酸可以增强种公猪的性欲，提高精液品质，且至少添加 45 d 以上。

② 种公猪饲粮中添加牛磺酸可以促进 FSH、LH 和 T 的分泌，提高血清中 FSH、LH 和 T 的含量。

③ 种公猪饲粮中添加牛磺酸可以提高种公猪精浆 T-AOC，减少 MDA 含量，提高 SOD 和 GSH-Px 活力，总体提高精浆的抗氧化能力。

④ 本试验条件下牛磺酸的适宜添加水平为 6 g/kg。

参考文献：

[1] FANTINATI P,ZANNONI A,BERNARDINI C,et al.Evaluation of swine fertilisation medium (SFM) efficiency in preserving spermatozoa quality during long-term storage in comparison to four commercial swine extenders[J].Animal,2009,3(2):269–274.

[2] ROCA J,VÁZQUEZ J M,GIL M A,et al.Challenges in pig artificial insemination[J].Reproduction in Domestic Animals,2006,41(Suppl.2):43–53.

[3] SMITH R,KAUNE H,PARODI D,et al.Extent of sperm DNA damage in spermatozoa from men examined for infertility.Relationship with oxidative stress[J].Revista Médica de Chile,2007,135(3):279–286.

[4] LOBO M V T,ALONSO F J M,DEL RÍO R M.Immunohistochemical localization of taurine in the male reproductive organs of the rat[J].Journal of Histochemistry & Cytochemistry,2000,48(3):313–320.

[5] MARCINKIEWICZ J.Taurine bromamine (TauBr)-its role in immunity and new perspectives for clinical use[J].Journal of Biomedical Science,2010,17(Suppl.1):S3.

[6] CHEN G,NAN C,TIAN J,et al.Protective effects of taurine against oxidative stress in the heart of MsrA knockout mice[J].Journal of Cellular Biochemistry,2012,113(3):3559–3566.

[7] 肖世平,傅伟龙,江青艳.饲粮中添加牛磺酸对黄鸡性腺发育及其内分泌的影响[J].华南农业大学学报,1997,18(2):94–99.

[8] DAS J,GHOSH J,MANNA P,et al.Taurine protects rat testes against $NaAsO_2$-induced oxidative stress and apoptosis via mitochondrial dependent and independent pathways[J].Toxicology Letters,2009,187(3):201–210.

[9] PERUMAL P,VUPRU K,RAJKHOWA C.Effect of addition of taurine on the liquid storage (5°C) of Mithun (*Bos frontalis*) semen[J].Veterinary Medicine International,2013,2013: 165348,doi:10.1155/2013/165348.

[10] SARIÖZKAN S,BUCAK M N,TUNCER P B,et al.The influence of cysteine and taurine on microscopic-oxidative stress parameters and fertilizing ability of bull semen following cryopreservation[J].Cryobiology,2009,58(2):134–138.

[11] BUCAK M N,ATEŞŞAHIN A,VARIŞLI Ö,et al.The influence of trehalose,taurine,cysteamine and hyaluronan on ram semen:microscopic and oxidative stress parameters after freeze-thawing process[J].Theriogenology,2007,67(5):1060–1067.

[12] REN D,XING Y,LIN M,et al.Evaluations of boar gonad development,spermatogenesis with regard to semen characteristics,libido and serum testosterone levels based on large White Duroc × Chinese Erhualian crossbred boars[J].Reproduction in Domestic Animals,2009,44(6):913–919.

[13] ESTIENNE M J,HARPER A F.Semen characteristics and libido in boars treated repeatedly with PGF2α[J].Journal of Animal Science,2004,82(5):1494–1498.

[14] World Health Organization.WHO laboratory manual for the examination of human semen and sperm-cervical mucus interaction[M].Cambridge university press.1999.

[15] WELLS R,KENNY A L,DUCKETT R,et al.Elucidation of the role of LH and FSH during neonatal testicular development and growth in the boar[J].Animal Reproduction Science,2013,137(1/2):74–81.

[16] FRANÇA L R,AVELAR G F,ALMEIDA F F L.Spermatogenesis and sperm transit through the epididymis in mammals with emphasis on pigs[J].Theriogenology,2005,63(2):300–318.

[17] ESTIENNE M J,HARPER A F,SPEIGHT S M,et al.Effect of naloxone treatment on luteinizing hormone and testosterone concentrations in boars with high and low libido[J].Reproductive Biology,2009,9(3):241–252.

[18] BILSKIS R,SUTKEVICIENE N,RISKEVICIENE V,et al.Effect of active immunization against GnRH on testosterone concentration,libido and sperm quality in mature AI boars[J].Acta Veterinaria Scandinavica,2012,54(1):33.

[19] YANG J C,WU G F,FENG Y,et al.CSD mRNA expression in rat testis and the effect of taurine on testosterone secretion[J].Amino Acids,2010,39(1):155–160.

[20] 张柳平,潘耀谦,邵根宝.牛磺酸对小鼠睾丸间质细胞分泌睾酮的影响[J].动物医学进展,2013,34(5):52–54.

[21] YANG J C,LIN S M,FENG Y,et al.Taurine enhances the sexual response and mating ability in aged male rats[M]//EL IDRISSI A,L'AMOREAUX W J.Taurine 8:advances in experimental

medicine and biology.New York:Springer,2013,776:347–355.

[22] YANG J C,WU G F,FENG Y,et al.Effects of taurine on male reproduction in rats of different ages[J].Journal of Biomedical Science,2010,17(Suppl.1):S9.

[23] 严迪华,常争艳,李锐,等.中草药复方制剂对种公猪精液品质和生殖激素的影响[J].经济动物学报,2012,16(4):218–221,225.

[24] BANSAL A K,BILASPURI G S.Impacts of oxidative stress and antioxidants on semen functions[J].Veterinary Medicine International,2011,2011:686137.doi:10.4061/2011/686137.

[25] BUCAK M N,TUNCER P B,SARIÖZKAN S,et al.Effects of antioxidants on post-thawed bovine sperm and oxidative stress parameters:antioxidants protect DNA integrity against cryodamage[J].Cryobiology,2010,61(3):248–253.

[26] ALY H A A,KHAFAGY R M.Taurine reverses endosulfan-induced oxidative stress and apoptosis in adult rat testis[J].Food and Chemical Toxicology,2014,64:1–9.

[27] YANG Y J,ZHANG Y,LIU X Y,et al.Exogenous taurine attenuates mitochondrial oxidative stress and endoplasmic reticulum stress in rat cardiomyocytes[J].Acta Biochimica et Biophysica Sinica,2013,45(5):359–367.

[28] 杨建成,刘梅,冯颖,等.牛磺酸对不同年龄大鼠睾丸组织抗氧化能力的影响[J].江苏农业科学,2009(1):203–205.

Effect of Dietary Taurine on Semen Quality, Serum Hormone Content and Seminal Plasma Antioxidant Property of Breeding Boars

LI Fangfang[1] JIANG Chaoqun[1] ZHU Yujin[1] ZHENG Lili[1] GAO Yuan[2] MENG Ling[2] GUO Fulai[2] DING Lan[3] ZHANG Yong[1]*

(1. *College of Animal Sciences and Veterinary Sciences, Shenyang Agricultural University, Shenyang* 110866, *China*; 2. *Liaoning Debao Argi-Animal Husbandry Co., Ltd., Shenyang* 110171, *China*; 3. *Shenyang Fukang Agriculture and Animal Husbandry Technology Co., Ltd., Shenyang* 110164, *China*)

*Corresponding author, professor, E-mail: syndzhy@126.com (责任编辑 李慧英)

Abstract: This study was conducted to investigate the effect of dietary taurine on libido, semen quality, serum hormone content and seminal plasma antioxidant capability of breeding boars. Twenty four healthy adult large Yorkshire breeding boars with similar age and weight were randomly divided into 4 groups with 6 replicates per group and 1 pig per replicate. Breeding boars were fed diets supplemented with 0 (control), 2, 4 and 6 g/kg taurine, respectively. The feeding trial lasted for 90 days consisted of 2 periods of 1 to 45 days and 46 to 90 days. The results showed as follows: 1) the libido (P<0.05), semen production (P<0.01) and the sperm motility (P<0.05) of breeding boars in 6 g/kg taurine level group were significantly higher than those in control group during 46 to 90 days. The sperm density of breeding boars in 4 g/kg taurine level group was significantly higher than that in control group, and the sperm abnormality rate in 4 g/kg taurine level group was significantly lower than that in control group during 46 to 90 days (P<0.05). 2) The contents of serum luteinizing hormone (P<0.01) and serum testosterone (P<0.05) of breeding boars in 6 g/kg taurine level group were significantly higher than those in control group. 3) The content of seminal plasma malondialdehyde of breeding boars in 6 g/kg taurine level group was significantly lower than that in control group during 46 to 90 days (P<0.05), the activity of superoxide dismutase in 6 g/kg taurine level group was significantly higher than that in control group during 46 to 90 days (P<0.05), and the activity of glutathione peroxidase in 4 g/kg taurine level group was significantly higher than that in control during 46 to 90 days (P<0.05). In conclusion, dietary taurine can regulate serum hormone level, increase seminal plasma antioxidant capability, and finally improve the libido and semen quality of breeding boars. Under the condition of this experiment, the optimum level of dietary taurine is 6 g/kg.

Key words: taurine; breeding boar; semen quality; serum hormone; antioxidant capability